

明 細 書

二次元パターニング方法ならびにそれを用いた 電子デバイスおよび磁気デバイスの作製方法

技術分野

この出願の発明は、二次元パターニング方法ならびにそれを用いた電子デバイスおよび磁気デバイスの作製方法に関するものである。さらに詳しくは、この出願の発明は、微細加工技術や、電気デバイス、半導体デバイス、磁気デバイス等の作製に有用な、感光剤やイオンミリングを使わない二次元パターニングを可能ならしめる新しい二次元パターニング方法、ならびにそれを用いた新しい電子デバイスおよび磁気デバイスの作製方法に関するものである。

背景技術

従来、二次元パターニング技術として、リソグラフィとエッチングの組み合わせが広く知られている。リソグラフィ技術については、感光剤を塗布したのちマスクを利用して光や電子などで感光剤を露光する手法や、収束電子線により感光剤を直接露光する手法が考案されており（たとえば非特許文献 1， 2 参照）、これらのリソグラフィ技術により形成したフォトレジストパターンをマスクとしてエッチングを施し、ウェハ表面に微細な電極や配線などの回路パターンを作製することができる。

また、F I B（Focused Ion Beam：収束イオンビーム）を利用し、直接基板を微細に彫るイオンミリングと呼ばれる手法も存在する（たとえば非特許文献 3， 4， 5 参照）。

非特許文献 1： M. Rothschild and D. J. Ehrlich, J. Vac. Sci. Tech. B 6, 1 (1988)

- ② 非特許文献 2 : A. Heuberger, J. Vac. Sci. Tech. B 6, 107 (1988)
- ③ 非特許文献 3 : R. L. Kubena et al., J. Vac. Sci. Tech. 19, 916 (1981)
- ④ 非特許文献 4 : T. Ishitani et al., Jpn. J. Appl. Phys. 24, L133 (1985)
- ⑤ 非特許文献 5 : P. Sudraud et al., J. Vac. Sci. Tech. B 6, 234 (1988)

発明の開示

しかしながら、リソグラフィ技術およびエッチング技術においては、感光剤、現像液、エッチング液の塗布や、剥離液による感光剤の除去が不可欠であり、これらの工程が加わることによって、感光剤や除去剤などの不純物原子がデバイスに介入し、それによる汚染を避けることが難しいといった問題があった。これに関わる基板表面のクリーニング作業は、パターニングの工程を複雑なものとしている。

また、FIBによるイオンミリングにおいても、使用されるGaなどのイオンによる汚染が避けられない。

そこで、以上のとおりの事情に鑑み、この出願の発明は、感光剤やイオンミリングを使わない二次元パターニングを可能ならしめる新しい二次元パターニング方法、ならびにそれを用いた新しい電子デバイスおよび磁気デバイスの作製方法を提供することを課題としている。

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、第1には、基板上に配置したプリスターを電子照射により破壊することで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターニング方法を提供する。

第2には、基板上に配置したプリスターをイオン照射により破壊することで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターニン

グ方法を提供する。

第3には、基板上に配置したプリスターの上から成膜を行い、成膜した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去することで、未成膜の清浄表面の二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第4には、基板上に配置したプリスターの上から表面反応を施し、反応を施した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去することで、未反応の清浄表面の二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第5には、基板上に配置したプリスターの上から成膜を行い、成膜した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去した後、さらにプリスターにより保護されていた基板表面と保護されていなかった表面との吸着確率の違いを利用して、当該プリスターを破壊し除去した表面に成膜を行うことで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第6には、基板上に配置したプリスターの上から表面反応を施し、反応を施した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去した後、さらにプリスターにより保護されていた基板表面と保護されていなかった表面との反応性の違いを利用して、当該プリスターを破壊し除去した表面に化学反応を施すことで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第7には、前記基板が、シリコン基板または金属基板であることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第8には、水素イオン照射、重水素イオン照射、またはヘリウムイオン照射により、前記プリスターを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第9には、マスクを介してイオン照射することにより、パターン化された配置を持つ前記プリスターを形成することを特徴とする二次元パ

ターニング方法を提供する。

第10には、収束イオンビームを用いて、パターン化された配置を持つ前記プリスターを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第11には、前記照射イオンが、 Ar^+ 、 Kr^+ 、 Xe^+ のいずれかであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第12には、前記二次元パターンが、表面構成原子の原子種のパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第13には、前記二次元パターンが、表面より下層の成膜の違いのパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第14には、前記二次元パターンが、電気特性のパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第15には、前記二次元パターンが、反応性のパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第16には、前記二次元パターンが、親和性のパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第17には、前記二次元パターンが、親水性または疎水性のパターンであることを特徴とする二次元パターンニング方法を提供する。

第18には、前記二次元パターンニング方法を用いることを特徴とする電子デバイスの作製方法を提供する。

第19には、前記二次元パターンニング方法を用いることを特徴とする磁気デバイスの作製方法を提供する。

図面の簡単な説明

図1は、(a)～(d)は、各々、この出願の発明に従ったプリスターを用いた二次元パターンニングを説明するための図である。

図2は、(a)～(c)は、各々、実際に観測したSEM画像を例示

した写真である。

図 3 は、この出願の発明の別の一実施形態を例示した模式図である。

図 4 は、この出願の発明の別の一実施形態を例示した模式図である。

図 5 は、この出願の発明の別の一実施形態を例示した模式図である。

図 6 は、この出願の発明の別の一実施形態を例示した模式図である。

図 7 は、この出願の発明の別の一実施形態を例示した模式図である。

なお、図中の符号は次のものを示す。

- 1 基板
- 2 気体イオン
- 3 プリスター
- 4 酸化膜
- 5 電子線・イオン
- 6 酸化表面
- 7 清浄表面
- 8 Si
- 9 金属
- 10 蒸着
- 11 異種原子

発明を実施するための最良の形態

図 1 (a) ~ (d) は、この出願の発明に従ったプリスターを用いた二次元パターンニングを説明するための図である。この図 1 では便宜上縦方向のスケールを強調して図示している。

まず、シリコン基板や金属基板等の基板 (1) に対し、水素イオンや重水素イオン、ヘリウムイオン等の溶解度の低い気体イオン (2) を注入すると (図 1 (a) 参照)、基板 (1) 内の決まった深さ範囲に気体イオン (2) が溜まり、プリスター (3) と呼ばれるドーム状の膨れが形成される (図 1 (b) 参照)。この基板 (1) を酸素雰囲気と曝すと、

表面に酸化膜（４）が形成される（図１（ｃ）参照）。酸素を廃棄し、酸化膜（４）の上からプリスター（３）に対して電子線またはイオン（５）（以下、電子線・イオン（５）と略する）を照射すると、そのエネルギーを受けたプリスター（３）が酸化膜（４）とともに破壊されて剥離する（図１（ｄ）参照）。プリスター（３）が剥離したところには、清浄な基板（１）の表面が現れる。

以上の一連の作業により、基板表面に酸化表面（６）と局所的な清浄表面（７）の二次元パターンが形成される。

このときの非剥離部の表面つまり酸化表面（６）と剥離部の表面つまり清浄表面（７）との段差は、照射する電子線・イオン（５）の電子種・イオン種、電子エネルギー・イオンエネルギー、および入射角により決まる。剥離部の面積および剥離部の数密度は、電子線・イオン（５）の照射量によって調節できる。

また、マスクを利用して領域を選択してイオン照射を行う、あるいは収束イオンビーム照射を行うことにより、パターン化された配置を持つプリスター（３）を形成し、且つその規則的な剥離を行うことも可能である。

照射するイオン（５）としては、たとえば Ar^+ 、 Kr^+ 、 Xe^+ などを考慮することができる。

次に、実際に行った一観察例について説明する。 $\text{Si}(100)$ 基板に、表面法線から 30° の方向から水素イオン H^+ を $1 \times 10^{22} \text{ ions/m}^2$ 照射し、その後、酸素気体雰囲気中に曝してから、走査型オージェ顕微鏡（アルバック・ファイ製SAM680）による観察を行った。図２（ａ）～（ｃ）は、その観察された象を例示したものである。

まず、 H^+ 照射により、数ミクロン程度の大きさのプリスターが形成された。その後、 5 keV のエネルギーの電子線を 4 mA/cm^2 の電流密度で１分ほど照射すると、そのエネルギーを受けたプリスターが図２（ａ）に示すように剥離することが観察された（図中「剥離部」参照）。

剥離部の大きさはプリスターの大きさと等しく、数ミクロン程度である。TRIM98シミュレーションコードによる計算から、注入された H^+ は0.1ミクロン程度の深さに分布していることが見積もられる。そのため、基板表面と剥離部との段差も0.1ミクロン程度と見積もることができる。

図2(b)にO(KLL)オージェピーク(510 eV)強度を可視化した元素マッピングを、図2(c)にSi(LVV)オージェピーク(96 eV)によるマッピングを示す。基板表面と比べ、剥離部ではOのオージェピークが見られず、強いSiのオージェピークが観察された。基板表面上が均一に酸化されている中に、剥離された部分で、Oと結合していない清浄なSi基板表現が現れていることを示している。基板中のシリコンの不飽和結合を水素終端化が均一な厚さの剥離を可能にすることから、この剥離された表面も水素終端化されている。基板との反応性のないイオンを用いれば、活性なシリコン基板表面を出すことも可能である。このようにして、清浄な環境下で、限りなく平面に近い、つまり凹凸の値で0.1ミクロン程度のSiと SiO_2 の二次元パターンが作製されるのである。

応用例として、シリコン基板で二次元パターンを作製し、その表面に蒸着を施すことにより、局所的に3次元の積層構造をもつデバイスの作製も可能である。

たとえば図3に示すように、プリスターを剥離した後にSi(8)を蒸着すると、電気絶縁層である SiO_2 を局所的にSiで挟み込んだ構造を作製することができる。これによれば、SOI(Silicon-on-Insulator)構造中に、シリコン薄膜と基板シリコンの電気伝導路を作ることが可能になる。

また、たとえば図4に示すように、蒸着種を金属(9)にすると、MOS(Metal-Oxide-Silicon)トランジスタにおける金属電極のパターンとなる。

さらに、吸着・反応の選択性を利用すれば、つまりプリスターにより保護されていた基板表面と保護されていなかった基板表面との吸着確率または反応性を利用すれば、たとえば図5に示すように、剥離部のみに蒸着(10)を行うことも可能であり、表面上の直接パターニングの有力な手法となり得る。

またさらに、以上のようなシリコン酸化膜の二次元パターニングだけでなく、たとえば図6に示すように、異種原子(11)を蒸着した後に、イオンまたは電子照射を行い、二次元パターンを作製することもできる。

さらには、たとえば図7に示すように、酸化膜(4)を作製した後に異種原子(11)の蒸着を行い、二次元パターンを作製することもできる。

これらのとき(図6および図7)の凹凸も、0.1ミクロン以下に抑えて、限りなく平面に近いパターニングが可能である。

そして、以上のとおりの二次元パターニング方法を利用することで、良好なパターンを持つ電子デバイスや磁気デバイスを作製することができるのである。

もちろん、この出願の発明は以上の実施形態に限定されるものではなく、細部については様々な態様が可能である。たとえば、形成できる二次元パターンとしては、上述のとおり表面構成原子の原子種のパターンや表面より下層の成膜の違いのパターン、電気特性のパターン、さらには親水性や疎水性等の親和性を代表とする反応性のパターンなどが挙げられる。特に親水性や疎水性のパターンには、不純物の残らないこの出願の発明は有用であると言える。

産業上の利用可能性

上記二次元パターニング方法によれば、感光剤やイオンミリングを使わない二次元パターニングを実現することができ、基板材質と成膜の材質、不溶性気体のイオンと電子のみにより、パターン化された微細加工

が可能で、異種原子の介入がないため、不純物による汚染の影響を無くすることができる。

また、イオンエネルギーを調節することにより、エッチングされる深さも調整でき、非常に薄くエッチングを行うことも可能であり、限りなく平面に近い、凹凸の値で0.1ミクロン以下のパターン作製も可能である。

そして、上記電子デバイスの作製方法および磁気デバイスの作製方法によれば、上記のとおり優れたパターニングを施した良好な電子デバイスおよび磁気デバイスを作製することができる。

以上詳しく説明した通り、この出願の発明によって、感光剤やイオンミリングを使わない二次元パターニングを可能ならしめる新しい二次元パターニング方法、ならびにそれを用いた新しい電子デバイスおよび磁気デバイスの作製方法が提供される。

従来のリソグラフィ技術において不可欠であった薬品などの不純物なしに二次元パターニングを実現することができ、不純物の混入を防ぎ、清浄な環境でのデバイス作製が可能になる。また、感光剤の塗布と除去、およびエッチング工程が省けることから、製造の簡略化によるコスト削減を図ることもできる。工程が減ることにより、全ての作業を一つの真空容器内で済ますことができるようになり、省スペース化にも繋がる。

請求の範囲

1. 基板上に配置したプリスターを電子照射により破壊することで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
2. 基板上に配置したプリスターをイオン照射により破壊することで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
3. 基板上に配置したプリスターの上から成膜を行い、成膜した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去することで、未成膜の清浄表面の二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
4. 基板上に配置したプリスターの上から表面反応を施し、反応を施した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去することで、未反応の清浄表面の二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
5. 基板上に配置したプリスターの上から成膜を行い、成膜した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去した後、さらにプリスターにより保護されていた基板表面と保護されていなかった表面との吸着確率の違いを利用して、当該プリスターを破壊し除去した表面に成膜を行うことで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
6. 基板上に配置したプリスターの上から表面反応を施し、反応を施した膜ごとプリスターを電子照射またはイオン照射により破壊し除去した後、さらにプリスターにより保護されていた基板表面と保護されていなかった表面との反応性の違いを利用して、当該プリスターを破壊し除去した表面に化学反応を施すことで、二次元パターンを形成することを特徴とする二次元パターンニング方法。
7. 基板が、シリコン基板または金属基板であることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

8. 水素イオン照射、重水素イオン照射、またはヘリウムイオン照射により、プリスターを形成することを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

9. マスクを介してイオン照射することにより、パターン化された配置を持つプリスターを形成することを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

10. 収束イオンビームを用いて、パターン化された配置を持つプリスターを形成することを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

11. 照射イオンが、 Ar^+ 、 Kr^+ 、 Xe^+ のいずれかであることを特徴とする請求項2に記載の二次元パターンニング方法。

12. 二次元パターンが、表面構成原子の原子種のパターンであることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

13. 二次元パターンが、表面より下層の成膜の違いのパターンであることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

14. 二次元パターンが、電気特性のパターンであることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

15. 二次元パターンが、反応性のパターンであることを特徴とする請求項1ないし6のいずれかに記載の二次元パターンニング方法。

16. 二次元パターンが、親和性のパターンであることを特徴とする請求項15に記載の二次元パターンニング方法。

17. 二次元パターンが、親水性または疎水性のパターンであることを特徴とする請求項16に記載の二次元パターンニング方法。

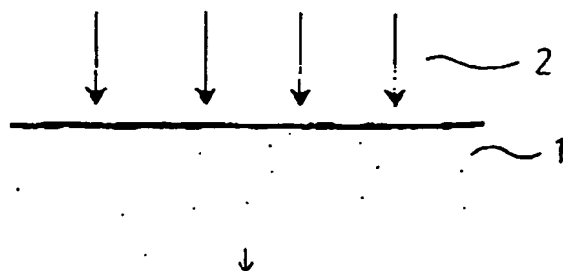
18. 請求項1ないし17のいずれかに記載の二次元パターンニング方法を用いることを特徴とする電子デバイスの作製方法。

19. 請求項1ないし17のいずれかに記載の二次元パターンニング方

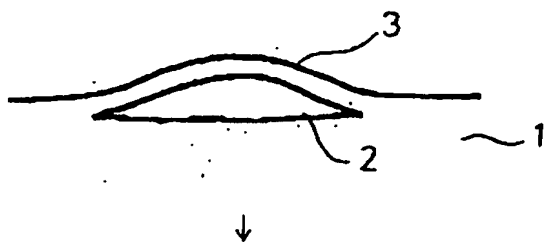
法を用いることを特徴とする磁気デバイスの作製方法。

図 1

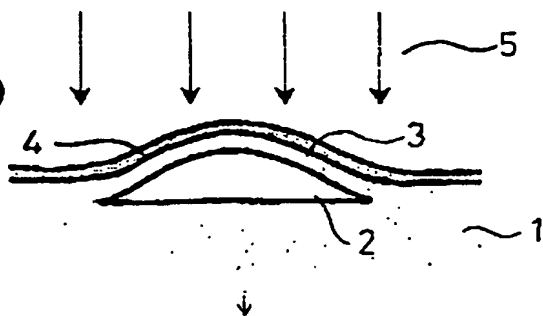
(a)



(b)



(c)



(d)

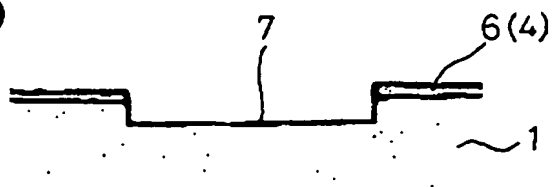


図 2

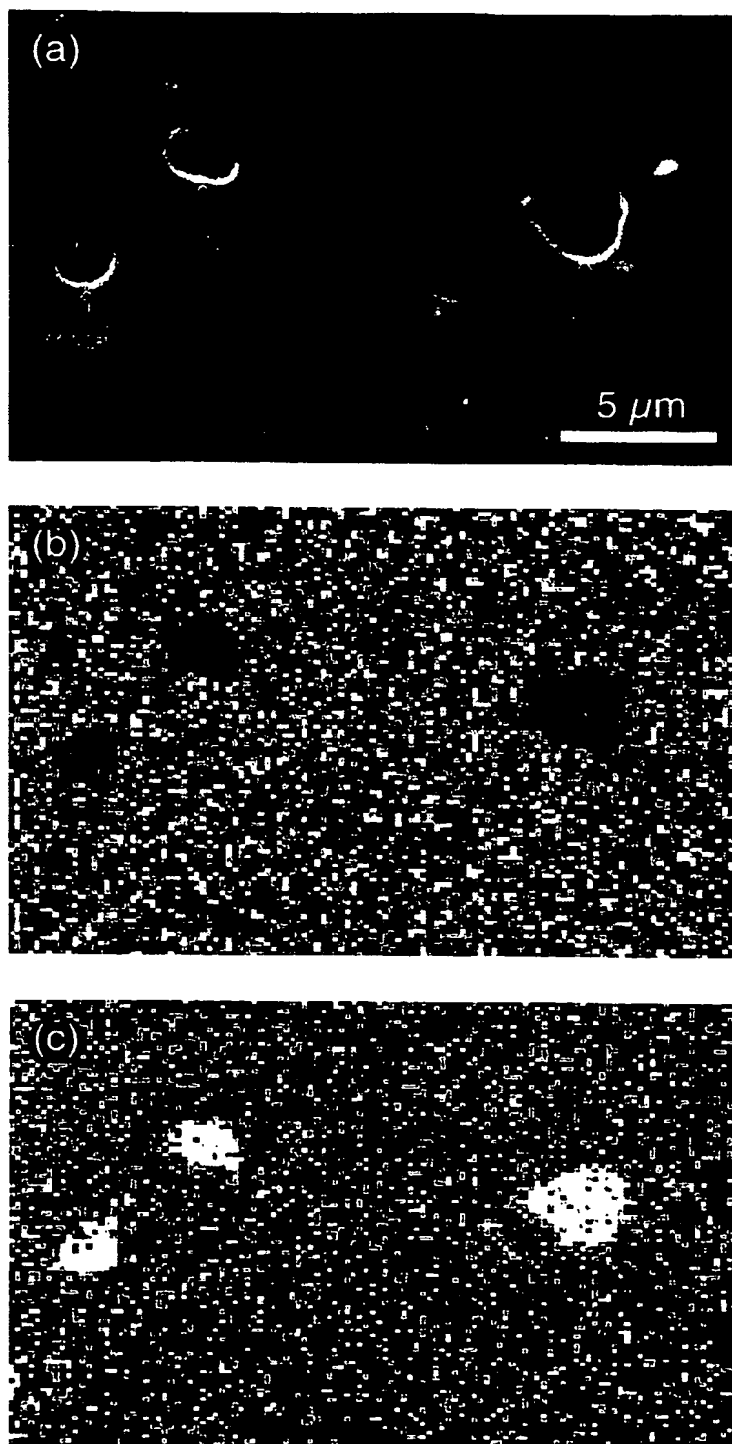
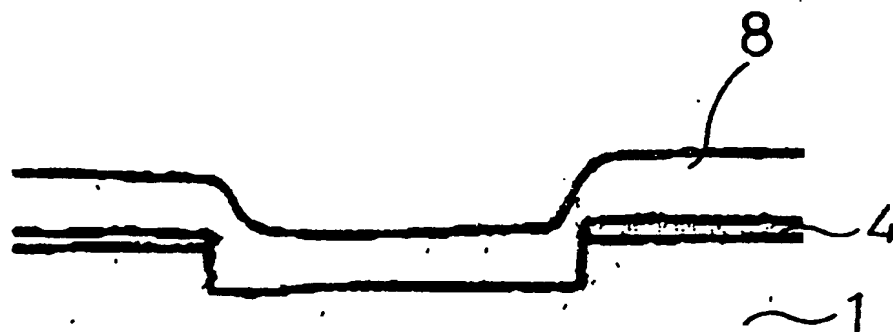


図 3



☒ 4

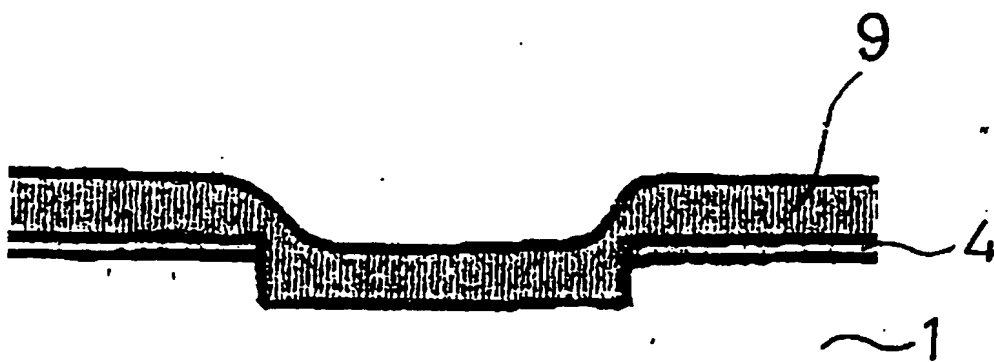


図 5

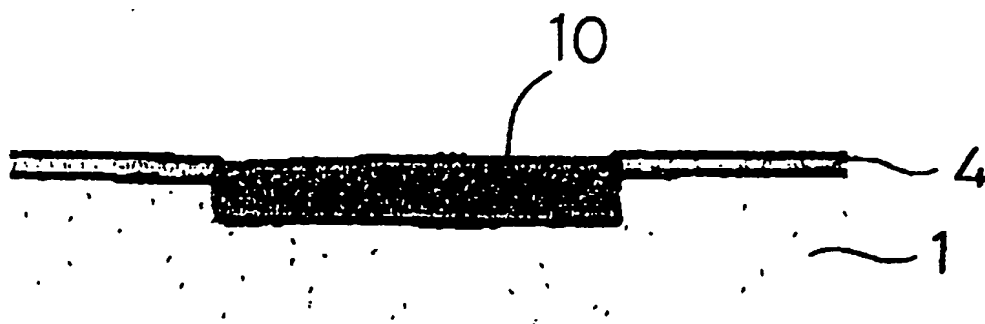


図 6

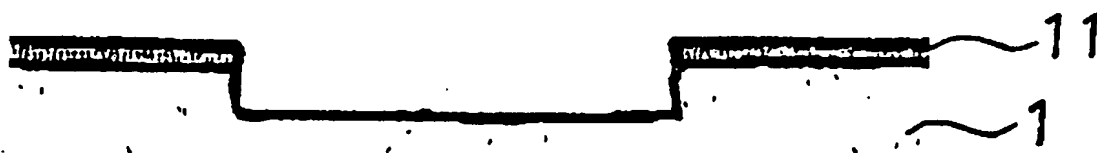
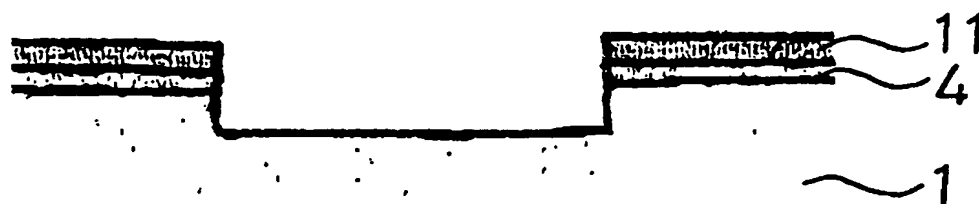


図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011025

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ H01L21/3065

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L21/3065, H01L21/263, H01L21/205

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Sin IGARASHI et al., In-situ observation of surface blistering in silicon by deuterium and helium ion irradiation. Surface and Coatings Technology. September 2002, Vol.158 to 159, pages 421 to 425	1-11,14,15, 18,19
A	Koji NAKAYAMA and J.H. Weaver, Electron-Stimulated Modification of Si Surface. Physical Review Letters. February 1999, Vol.82, No.5, pages 980 to 983	1-11,14,15, 18,19
A	L.-J. Huang et al., Onset of blistering in hydrogen-implanted silicon. APPLIED PHYSICS LETTERS. February 1999, Vol.74, No.7, pages 982 to 984	1-11,14,15, 18,19

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 October, 2004 (22.10.04)

Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011025

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Tetsuya NARUSHIMA, "Denshi Shosha ni yoru Silicon Hyomen Oryoku no Kanwa", Hyomen Kagaku, 10 September, 2001 (10.09.01), Vol.22, No.9, pages 614 to 619	1-11,14,15, 18,19
A	WO 01/011930 A2 (SILICON GENESIS CORP.), 15 February, 2001 (15.02.01), Full text & JP 2003-506883 A & US 2003-124815 A1	1-11,14,15, 18,19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011025

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 12, 13, 16, 17
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
(See extra sheet.)

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011025

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet(2)

The pattern of the atom species of the surface-structuring atoms stated in claim 12 is for specifying the invention by means of the brought result. However, since no specific example is given in the description, disclosure within the meaning of PCT Article 5 is lacked, and the invention is not supported by the disclosure of the description within the meaning of PCT Article 6.

The meaning that the pattern is one different in formation of a layer lower than surface stated in claim 13 is unclear. Therefore, this claim lacks the requirement of clarity within the meaning of PCT Article 6.

No specific example of the affinity pattern stated in claim 16 is given in the description. Therefore, disclosure within the meaning PCT article 5 is lacked, and the invention is not supported by the disclosure of the description within the meaning of PCT Article 6.

No specific example of the hydrophilic or hydrophobic pattern stated in claim 17 is given in the description. Therefore, disclosure within the meaning of PCT Article 5 is lacked, and the invention is not supported by the disclosure of the description within the meaning of PCT Article 6.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 H01L21/3065		
B. 調査を行った分野		
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl. 7 H01L21/3065, H01L21/263, H01L21/205		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの		
日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年		
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	Sin Igarashi, et. al. In-situ observation of surface blistering in silicon by deuterium and helium ion irradiation. Surface and Coatings Technology. September 2002, vol. 158-159, pages 421-425	1-11, 14, 15, 18, 19
A	Koji Nakayama and J. H. Weaver. Electron-Stimulated Modification of Si Surface. Physical Review Letters. February 1999, vol. 82, No. 5, pages 980-983	1-11, 14, 15, 18, 19
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
22. 10. 2004	09.11.2004	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 今井 拓也	4 R 3 3 3 9
電話番号 03-3581-1101 内線 3469		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	L. -J. Huang, et. al. Onset of blistering in hydrogen-implanted silicon. APPLIED PHYSICS LETTERS. February 1999, vol. 74, No. 7, pages 982-984	1-11, 14, 15, 1 8, 19
A	成島哲也, 電子照射によるシリコン表面応力の緩和, 表面化学 2001. 09. 10, vol. 22, No. 9, pages 614-619	1-11, 14, 15, 1 8, 19
A	WO 01/011930 A2 (SILICON GENESIS CORPORATION) 2001. 02. 15, 全文 & JP 2003-506883 A & US 2003-124815 A1	1-11, 14, 15, 1 8, 19

請求の範囲 12 に記載の表面構成原子の原子種のパターンは、もたらされる結果により発明を特定しようとするものであるが、明細書には具体的なものが一切記載されていないから、PCT 第 5 条の意味での開示を欠き、また、PCT 第 6 条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いている。

請求の範囲 13 に記載の表面より下層の成膜の違いのパターンであることは、意味が不明確であるから、PCT 第 6 条における明確性の要件を欠いている。

請求の範囲 16 に記載の親和性パターンであることは、明細書には具体的なものが一切記載されていないから、PCT 第 5 条の意味での開示を欠き、PCT 第 6 条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いている。

請求の範囲 17 に記載の親水性または疎水性のパターンであることは、明細書には具体的なものが一切記載されていないから、PCT 第 5 条の意味での開示を欠き、PCT 第 6 条の意味での明細書の開示による裏付けを欠いている。

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☒ 請求の範囲 12, 13, 16, 17 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
以下、特別ページ参照。
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。